

Josip Popović
HEP ODS Elektra Bjelovar
josip.popovic@hep.hr

Dejan Ćulibrk
HEP ODS Elektra Bjelovar
Dejan.culibrk@hep.hr

Zvonimir Popović
HEP ODS Elektra Bjelovar
zvonimir.popovic@hep.hr

Mirjana Padovan
Uprava za inspekcijske poslove u gospodarstvu
mirjana.padovan@mingo.hr

OBNOVA DOTRAJALIH DIJELOVA U NISKONAPONSKOJ MREŽI

SAŽETAK

U radu je opisano i prikazano stanje dotrajalih dijelova niskonaponske mreže. Oni su latentna opasnost za prekid redovite, sigurne i kvalitetne opskrbe kupaca električnom energijom. Nužna je njihova zamjena novim, suvremenim i kvalitetnim materijalom.

Ključne riječi: Dotrajali dijelovi u niskonaponskoj mreži, zamjena dotrajalih dijelova, dvostrano napajanje niskonaponskih mreža

RENEWAL OF WORN-OUT PARTS IN LOW VOLTAGE NETWORK

SUMMARY

This paper describes current state of the worn-out parts of the low voltage network. They are a latent danger in means of interrupting the regular and quality supply of electricity to customers. It is necessary to replace them with new, contemporary and high quality materials.

Key words: worn-out parts in the low voltage network, replacement of shrunken parts, double-sided low voltage power

1. UVOD

Prevelik pad napona u nadzemnoj niskonaponskoj mreži osnovni je parametar za sanaciju niskonaponske mreže. Mjerenjem napona, pogotovo kod krajnjih kupaca, određuju se niskonaponske mreže u kojima je potrebna hitna sanacija napona. To se u pravilu se izvodi interpolacijom transformatorske stanice ili rekonstrukcijom cijele niskonaponske mreže, ali i zamjenom samo dotrajalih dijelova niskonaponske mreže, u nekim slučajevima i spajanjem susjednih mreža u zatvorenu petlju s dvostranim napajanjem.

Osim prevelikog pada napona i drugi kriteriji utječu na potrebne zahvate u niskonaponskoj mreži. To su dužina niskonaponske mreže, presjek vodiča, vrsta i stanje vodiča, stanje priključaka, stanje stupova, položaj niskonaponske mreže u odnosu na prometnicu, broj kupaca, specifična potrošnja kupaca, broj i vrsta kvarova, simetričnost opterećenja, isto kao i starost i dotrajalost pojedinih dijelova u niskonaponskoj mreži i pripadajućoj transformatorskoj stanici koje treba hitno zamijeniti.

2. OPIS DOTRAJALIH DIJELOVA U NISKONAPONSKOJ MREŽI

Već kad je i samo jedan element u niskonaponskoj mreži dotrajavao to je situacija da je ta niskonaponska mreža pogonski ugrožena energetski i u nekim slučajevima i građevinski. U takvim se slučajevima pojavljuje realna opasnost za ugrožavanje ljudi im imovine. Najkraće rečeno, to treba odmah otkloniti.

2.1. Izolatori

Oštećenja izolatora u niskonaponskoj mreži s golim vodičima na drvenim stupovima je čest slučaj na još uvijek postojećim i s tim u vezi vrlo starim niskonaponskim mrežama. Uzroci su različiti, a jedan od njih je i starost. U takvim slučajevima prijeti opasnost od odvezivanja vodiča s izolatora i njegovo spajanje s drugim vodičima što uvijek uzrokuje kvar. Još je opasnija situacija kad zavezani vodič za izolator ispadne s njim i nosiocem izolatora koji se izvadio iz isto tako dotrajalog drvenog stupa i spusti se nisko na dohvat ruke ili još opasnije kad padne na zemlju.

2.2. Drveni stupovi

Drveni stupovi ukopani u zemlju najugroženiji su neposredno ispod nivoa zemlje i tu ih zahvaća truljenje. Truli stup nema one mehaničke i statičke vrijednosti koje su potrebne pa se pojavljuje velika vjerojatnost da će takav stup puknuti i time stvoriti veliku opasnost. U takvim se slučajevima stup naginje na jednu stranu do nivoa koji mu dopuštaju vodiči, a nerijetko pada i na zemlju. Vodiči vezani na izolatore tog stupa se uglavnom ne prepliću i ne uzrokuju kvar, pa je na njima prisutan napon, a to je stvarno velika opasnost. Takve pojave sanira se ugradnjom betonskih nogara.

U starim dotrajalim niskonaponskim mrežama stupovi su najugroženiji na kutovima. Kutovi u niskonaponskim mrežama s golim vodičima na drvenim stupovima najprije su rješavani s tako zvanim "I" stupom. To su zapravo dva drvena stupa spojena jedan uz drugi koji su trebali izdržati sile koje uzrokuju vodiči kad stvaraju kut. Tijekom nekog vremena ipak su sile vodiča u kutu koje djeluju na "I" stup svojom rezultantom uspjele ga savinuti pa čak i strgati. Takvo se rješenje nije pokazalo dobro.



Slika 1. Drveni kutni stup na betonskom nogaru s poduporom i golim vodičima



Slika 2. Drveni kutni stup sa sidrom i golim vodičima

Kutna mjesta u niskonaponskim mrežama s drvenim stupovima i golim vodičima, ovisno o mjestu i veličina kuta odnosno sila koje u tom kutu djeluju, su rješavani sa sidrima, poduporama kao na slici 1.

Podupore su drveni stupovi prislonjeni i učvršćeni na nosni stup i pod kutom ukopani u zemlju. Sidra su čelične sajle jednim krajem učvršćene na stup, a drugim krajem ukopane u zemlju kao na slici 2. Na krajeve niskonaponskih mreža i na mjesta gdje su kutovi veliki pa su i sile na njih velike ugrađivani su tako zvani "A" stupovi, koje ime nije daleko od istine jer stvarno nalikuju slovu "A". Jedan službeni zapisnik nakon nekog događaja na nekom "A" stupu je otprilike glasio: "Događaj se dogodio na drvenom stupu u obliku obrnutog slova "V" sa prečkom u sredini"!!!



Slika 3. Krovni nosač sa sidrom

2.3. Krovni nosači i zidne konzole

Krovni nosači i zidne konzole su ugrađeni na krovove kuća prikazano na slici 3 ili na vanjske zidove kao na slici 4. Na njih su postavljeni izolatori na koje su pričvršćeni vodiči niskonaponske mreže. U poslovima održavanja niskonaponske mreže krovni nosači i zidne konzole su najzahtjevniji i staraju najveće teškoće. Približavanje i radovi na njima su jako otežani i mogući su samo iz vanjske strane upotrebom hidrauličke platforme.



Slika 4. Zidne konzole, izolatori i goli vodiči

Uz krovne nosače najčešće se veže prokišnjavanje na tavan ili čak uređene tavanske prostorije jer je teško dobro obaviti zaštitu od kiše. Na različitim vrstama krova različiti su i načini izvedbe dihtanja protiv kiše, a kuće su jedna do druge. I priključci mogu biti uzrok prokišnjavanju ako su postavljeni na krov. U takvim slučajevima krovna uvodna ploča priključka može biti uzrok neželjenog prokišnjavanja.

2.4. Vodiči

Vodiči su najvažniji dio niskonaponske distribucijske mreže jer o njima ovisi sigurna i kvalitetna opskrba kupaca električnom energijom. Stanje vodiča, a radi se o golim vodičima, može se utvrditi vizualnim pregledom i mjerenjem potvrditi njihovu dotrajalost. Vizualno se može uočiti provjes vodiča, vezanost za izolatore i broj spojeva vodiča nakon njihovog prekida. Mjerenjem se ponajprije utvrđuje veličina napona na kraju niskonaponske mreže ili na krajevima nekih dužih odcjepa od glavne trase. Pad napona u niskonaponskoj mreži, a s tim i njegovo moguće odstupanje od zadanih vrijednosti, je najveći na kraju niskonaponske mreže. To je osnovni pokazatelj stanja napona kod krajnjih priključenih kupaca. Pošto svi kupci moraju imati kvalitetno naponsko stanje odstupanje od toga ukazuje uglavnom na nedovoljan presjek vodiča te niskonaponske mreže. Dodatno se, takozvanim, mjerenjem otpora petlje može utvrditi neke nepravilnosti koje isto utječu na preveliki pad napona, pogotovo kod krajnjih kupaca. Takvim mjerenjem se dobiva iznos impedancije kratkospojnog kruga između svakog faznog vodiča i nultog vodiča iz čega se izračuna vrijednost struje jednopolnog kratkog spoja na kraju niskonaponske mreže na osnovu koje se određuje nazivna struja zaštitnog uređaja u toj mreži. Zaštitni uređaji su uglavnom osigurači čiji je zadatak da pregore u slučaju pojave struje kratkog spoja. Općenito im je zadatak da osiguraju zaštitu i sigurnost u niskonaponskom izlazu u koji su postavljeni uz uvjet da su i pravilno odabrani. Osigurači su zaštita i od velikih struja preopterećenja u niskonaponskoj mreži koje u nekim slučajevima mogu biti veće od struje jednopolnog kratkog spoja na kraju niskonaponske mreže, pa njihovim djelovanjem odnosno pregaranjem, dolazi do neželjenih i nepredviđenih prekida ili poremećaja u isporuci električne energije kupcima.

2.5. Priključci

Priključci koji nisu rekonstruirani i još su žičani s golim vodičima onda su najdotrajaliji dio niskonaponske mreže. Naravno da je tada i niskonaponska mreža žičana s golim vodičima na drvenim stupovima. To su jako stari priključci. Oni su stalna opasnost i uzrok čestih kvarova. Vanjski dio priključka od niskonaponske mreže do krovnog nosača zvanog "štender" na priključenom objektu je izveden golim vodičima, najčešće skromnog presjeka bakrenog ili aluminijskog vodiča. Dugogodišnji atmosferski utjecaj na njih je jako dobro vidljiv. Unutrašnji dio priključaka proveden je kroz krovni nosač do dotrajalog limenog kućnog priključnog ormarića, popularno zvanog "pancer", bakrenim vodičima izoliranih platnom nazvanih "ATG" vodiči. Svi dijelovi ovakvih priključaka latentna su opasnost za niskonaponsku mrežu, ljude i imovinu.

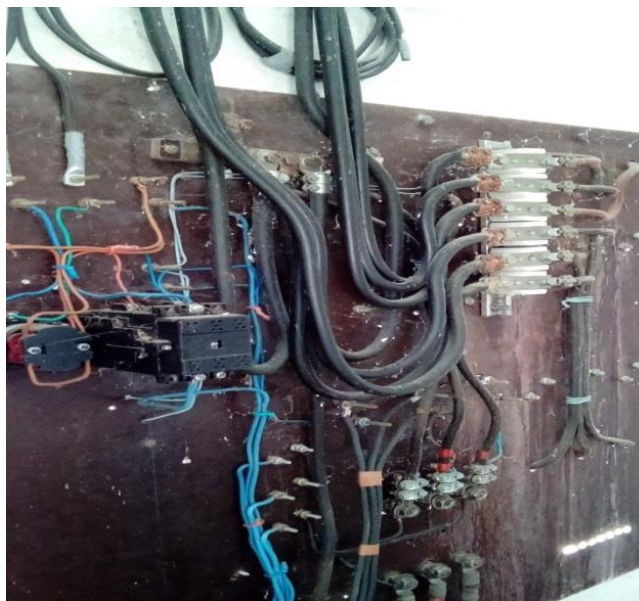
2.6. Transformatorske stanice

Najstarije transformatorske stanice su zidane tipa "Tornjić". Na srednjenaponsku mrežu spojene su odcjepnim dalekovodom. Niskonaponski izlazi su izvedeni golim vodičima pričvršćenim na keramičke izolatore postavljene na željezne konzole kao na slici 5. Iz transformatorske stanice izlaze "ATG" vodiči koji su isto uglavnom dotrajali i spojeni su na vodiče niskonaponske mreže. Ti spojevi su mjesta čestih poremećaja ili nestanka napona. Izlazni vodiči su u transformatorskoj stanici spojeni na niskonaponsku ploču prikazanu na slici 6. Vidljivo je i nije na odmet reći da je ta niskonaponska ploča u stanju, ne za rekonstrukciju, nego za zamjenu.



Slika 5. Niskonaponski izlazi iz transformatorske stanice tipa "Tornjić"

Sigurnost u niskonaponskoj mreži i pripadajućoj transformatorskoj stanici u odnosu na utjecaj visokog napona iz srednjenaponske mreže provjerava se takozvanim mjerenjem otpora združenog uzemljenja. Vrijednost tog otpora združenog uzemljenja određuje se i izračuna na osnovi podataka o vrijednostima struja jednopolnog kratkog spoja ili dozemnog spoja i podešenju zaštitnih uređaja u srednjenaponskoj mreži koji djeluju na te struje. Izmjerena vrijednost otpora združenog uzemljenja u niskonaponskoj mreži mora biti manja od izračunate vrijednosti. Najkvalitetnije se stanje zaštite od pojave previsokih napona na dijelovima niskonaponske mreže, koji su inače bez napona, a u opasnosti su da se na njima ipak pojavi previsok, a što pak znači i vrlo opasan prenapon u niskonaponskoj mreži, dokazuje mjerenjem napona dodira i koraka posebnom i znatno kompliciranijom metodom mjerenja.



Slika 6. Niskonaponska ploča u transformatorskoj stanici tipa "Tornjić"

2.6. Odvodnici prenapona

Odvodnici prenapona su u pravilu sastavni dio niskonaponske mreže. Spajaju se između faznih vodiča i pogonskog uzemljenja na odabrana mjesta niskonaponskoj mreži, a obavezno na početku i na kraju svake niskonaponske mreže. Na mjestima ugradnje odvodnika prenapona ugrađeno je pogonsko uzemljenje i nulti vodič je na tom mjestu pogonski uzemljen.



Slika 6. Niskonaponski odvodnici prenapona na izlaznom betonskom stupu

Odvodnici prenapona pregledavaju se vizualno i nije teško pronaći one koji su djelovali na prenapon jer su vidljivo oštećeni. Njih treba promijeniti.

2.7. Niskonaponski kabele

Niskonaponski kabele i njihovi kabelski završeci koji su ugrađivani još u doba elektrifikacije kao na slici 7 i koji su još u pogonu i pod naponom, a ne izazivaju neke znatnije probleme u opskrbi kupaca električnom energijom, ipak su spremni za izmjenu.



Slika 7. Kabelski završetak niskonaponskog kabela i spoj na nadzemnu mrežu

To su većinom uljni niskonaponski kabeli malog presjeka bakrenih vodiča. Po svim kriterijima im je životni vijek prošao, a oni su zapravo pogonski ispravni i služe za još uvijek pouzdanu opskrbu. U svakom slučaju treba iskoristiti svaku mogućnost koja se ukaže da ih se zamjeni.

Kvarovi na niskonaponskim kabelima uzrokuju djelomični ili potpuni prekid napajanja kupaca električnom energijom. To može biti kvar jednog, dva ili između sva tri fazna vodiča i nultog vodiča. Prekid faznog vodiča u kabelu stvara za kupce gotovo isti kao i kratki spoj uz to što je posebno opasan prekid nultog vodiča. Pri tome pojava prenapona u dijelu niskonaponske mreže može štetno utjecati na električne aparate kod jednog ili više kupaca. Kvarovi na kabelima nisu česti, ali se pojavljuju i nepredvidivi su. Kad je kvar na starom uljnom kabelu, uključujući tu i njegov stari dotrajali završetak, najbolje je organizirati zamjenu cijelog starog kabela i ugraditi novi plastični kabel zadovoljavajućeg presjeka i nove suvremene kableske završetke.

3. ZAKLJUČAK

Dijelovi niskonaponskih mreža koji su dotrajali, a nisu izmijenjeni i još ne ugrožavaju redovitu, kvalitetnu i sigurnu opskrbu električnom energijom, su zapravo velika prijetnja da bi kupci mogli iznenada ostati bez električne energije. Te dijelove treba hitno mijenjati.

Nakon redovnog pregleda, preventivnim održavanjem, remontom ili modifikacijom nadzemne niskonaponske mreže može se u nekim slučajevima bitno utjecati i otkloniti prevelik pad napona kupcima priključenim na tu nadzemnu niskonaponsku mrežu.

Osim toga treba stvarati provedive planove za poboljšanje i još kvalitetnije djelovanje elektroenergetskog sustava. Pri tome ne odbacivati mogućnost spajanja niskonaponskih mreža u pogonsko stanje s dvostranim napajanjem iz iste ili susjednih transformatorskih stanica.

4. LITERATURA

- [1] J. Popović: "Istraživanje kvara na kabelu u nepovoljnim uvjetima", 6. savjetovanje HK CIGRE, Cavtat, 09.-13. studenoga 2003.
- [2] J. Popović: "Analiza selektivnosti zaštite niskonaponske razdjelne mreže", Magistarski rad, FER Zagreb, 2006.
- [3] J. Antić, M. Antić: "Iskopi glavni uzrok šteta na kabelima i drugim podzemnim vodovima", 9. savjetovanje HRO CIGRE, Cavtat, 2009.
- [4] J. Popović: "Iskustva u dvostrano napajanoj niskonaponskoj mreži", HRO CIGRE i HO CIRED, Cavtat, 4.-8. studenog 2007.
- [5] V. SRB. Kableska tehnika, Tehnička knjiga, Zagreb 1970.
- [6] J. Popović, Z. Popović, D. Čulibrk, M. Padovan: "Dugogodišnje pogonsko iskustvo u niskonaponskoj kabelskoj mreži", 13. Savjetovanje HRO CIGRE, Šibenik, 5.-8. Studenoga 2017. (B12-03).
- [7] J. Popović, Z. Popović, I. Nikolić, D. Čulibrk, J. Gaiger, A. Bilek, B. Đurović: "Jednostavni postupci sanacije loših naponskih prilika u nadzemnoj niskonaponskoj mreži", 2. savjetovanje HO CIRED, Umag, 16.-19. svibnja 2010. (SO 5 – 03)
- [8] J. Popović, Z. Popović, I. Nikolić, D. Čulibrk, J. Gajger, A. Bilek, B. Đurović: "Obnova elektroenergetske mreže u sklopu rekonstrukcije gradskih prometnica", 2. savjetovanje HO CIRED, Umag, 16.-19. svibnja 2010.
- [9] Pravila o održavanju postrojenja i opreme elektroenergetskih građevina distribucijske mreže, Bilten broj 263, HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o. Zagreb 2012.